

# Chapitre 2: Routage statique

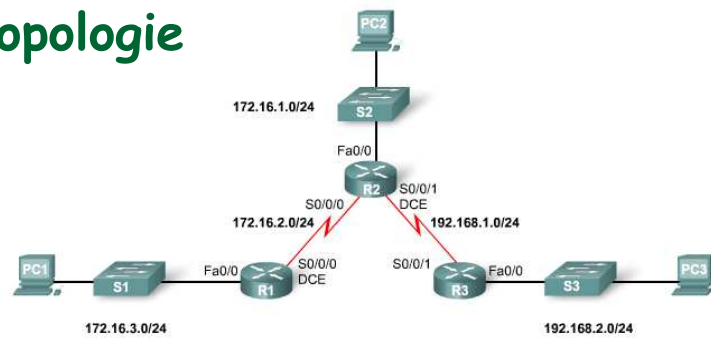
Fatma Louati Ben Mustapha  
**Réseaux 2** - 2012/2013  
2<sup>ème</sup> année Ingénieur Info - ESTI

## Plan

1. La topologie
2. Examen des connexions du routeur
3. Examen des interfaces de routeur
4. Découverte réseaux connectés directement
  1. Accès aux périphériques sur réseaux connectés directement
  2. Protocole CDP (*Cisco Discovery Protocol*)
5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »
6. Routes statiques dotées d'interfaces de sortie
  1. Routes statiques dotées d'interfaces série
  2. Routes statiques dotées d'interfaces Ethernet
7. Routes statiques résumées
8. Routes par défaut
9. Gestion et dépannage des routes statiques

# 1. La topologie

R1, R2, R3 =  
routeurs Cisco 1841  
- Deux interfaces  
FastEthernet :  
Fa0/0, Fa0/1  
- Deux interfaces  
série :  
S0/0/0, S0/0/1

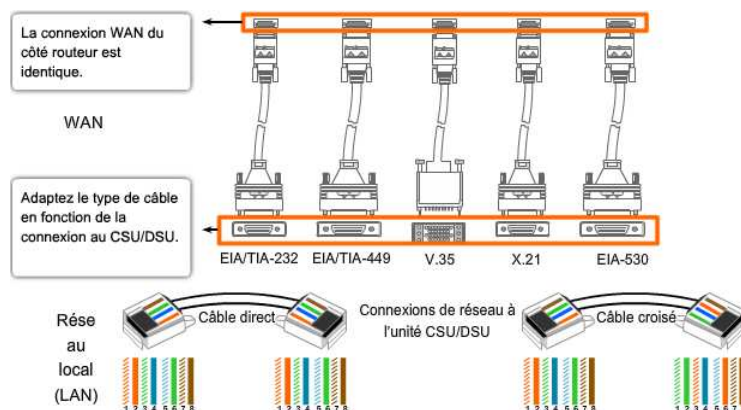


Périphérique	Interface	Adresse IP	Masque de sous-réseau	Passerelle par défaut
R1	Fa0/0	172.16.3.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.1	255.255.255.0	N/A
R2	Fa0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/0	172.16.2.2	255.255.255.0	N/A
R3	Fa0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	N/A
	S0/0/1	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
PC1	NIC	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
PC2	NIC	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC3	NIC	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1

F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

# 2. Examen connexions du routeur

- Connexion routeur à réseau → association connecteur d'interface du routeur à connecteur de câble



F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

## 2. Examen connexions du routeur

- Deux types de câbles utilisés avec interfaces réseau local Ethernet :
  - Câble droit, ou de raccordement, avec broches colorées dans le même ordre à chaque extrémité du câble
  - Câble croisé, avec broche 1 reliée à broche 3 et broche 2 reliée à broche 6.

Câble droits pour liaisons	Câble croisés pour liaisons
commutateur-routeur ; commutateur-PC ; concentrateur-PC ; concentrateur-serveur.	commutateur-commutateur ; PC-PC ; commutateur-concentrateur ; concentrateur-concentrateur ; routeur-routeur ; Routeur-serveur.

## 3. Examen interfaces routeur

- Si aucune interface configurée ➡ table de routage vide

R1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area  
 \* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR  
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

R1#show ip interface brief

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	unassigned	YES	manual	administratively down	down
Serial0/0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

- Besoin de configurer les interfaces ↔ éventuelles prochaines interfaces de sortie

## 3.1. Configuration interface Ethernet

```
R1(config)#interface fastethernet 0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
```

- Une interface Ethernet n'est pas active (up) tant qu'elle ne reçoit pas un signal porteur provenant d'un autre périphérique

\*Mar 1 01:16:08.212: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up ↔ connexion bonne du point de vue physique  
 \*Mar 1 01:16:09.214: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up ↔ Couche liaison de données opérationnelle

R1 possède un réseau directement connecté

Route pour @ réseau pour réduire taille table

F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

```
R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R1#
```

## 3.1. Config interface Ethernet

- Vérification:

```
R1#show interfaces fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is AmdFE, address is 000c.3010.9260 (bia 000c.3010.9260)
  Internet address is 172.16.3.1/24
  <output omitted>
```

R1#

```
R1#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	172.16.3.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

R1#

F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

8

## 3.1. Config interface Ethernet

- Impossible pour un routeur d'avoir plusieurs interfaces appartenant au même sous-réseau IP ↔ Chaque interface sous-réseau distinct
- Exemple:

```
R1(config-if)#int fa0/1
R1(config-if)#ip address 172.16.3.2 255.255.255.0
172.16.3.0 chevauche FastEthernet0/0
R1(config-if)#
```

- Interface Ethernet ↔ participe à un réseau local au même titre que tout autre périphérique ↔ possède une adresse MAC, exécute ARP

```
R1#show interfaces fastethernet 0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is AmdFE, address is 000c.3010.9260 (bia 000c.3010.9260)
Internet address is 172.16.3.1/24
<output omitted>
R1#
```

## 3.2. Config interface Série

```
R1(config-if)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
```

- Vérification

↔

```
R1#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is down, line protocol is down
Hardware is PowerQUICC Serial
Internet address is 172.16.2.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
<output omitted>
```

- Pour qu'une liaison série soit activée, il faut configurer les deux extrémités (liaison point à point dédiée entre deux routeurs)

- Les deux extrémités doivent appartenir au même sous-réseau (172.16.2.0/24)

```
R2(config)#interface serial 0/0/0
R2(config-if)#ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
R2(config-if)#no shutdown
```

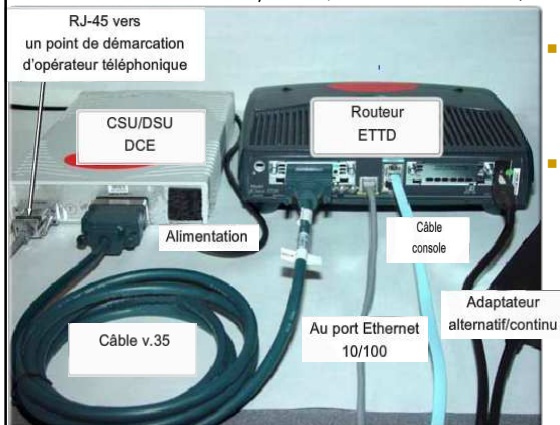
→

```
R2#show interfaces serial 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is down
<output omitted>
```

Liaison physique  
activée mais  
protocole désactivé  
tant que pas de  
réception de signal  
d'horloge

## 3.2. Configuration interface série

- Couche physique réseau étendu ↔ interface ETTD (équipement terminal traitement données) et DCE (équipement de communication de données)
  - Généralement, DCE = fournisseur de service; ETTD = périphérique connecté



- Routeur = périphérique ETTD connecté à CSU/DSU, qui est le périphérique DCE par le biais d'un câble ETTD série
- CSU/DSU (périphérique DCE) utilisé pour:
  - convertir données routeur (périphérique ETTD) dans un format acceptable pour fournisseur de services de réseau étendu
  - convertir données fournisseur services de réseau étendu dans format acceptable pour routeur (périphérique ETTD)

F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

11

## 3.2. Configuration interface série

- Interfaces série nécessitent signal d'horloge pour contrôler la synchronisation des communications ↔ par fournisseur de services (un périphérique DCE, comme un CSU/DSU)
  - Par défaut, routeurs Cisco = périphériques ETTD
- Pour liaisons série directement interconnectées, (pas de DCE, pas de fournisseur ↔ environnement TP):
  - Une extrémité de la connexion ↔ DCE ↔ fournit signal d'horloge
    - Possibilité de configurer interfaces série de Cisco en tant que périphériques DCE même si sont par défaut périphériques ETTD
- **Configuration routeur en périphérique DCE :**
  1. Connexion l'extrémité DCE du câble à l'interface série
  2. Configuration signal d'horloge sur interface série avec commande `clock rate`

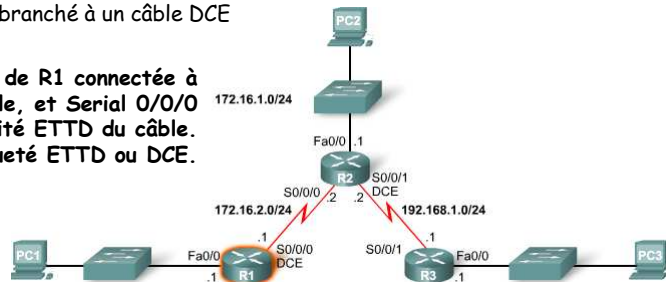
F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

12

## 3.2. Configuration interface série

- Câbles série généralement utilisés:
  - Câble croisé ETDD/DCE avec une extrémité ETDD et une extrémité DCE
  - Câble ETDD branché à un câble DCE

Serial 0/0/0 de R1 connectée à  
extrémité DCE du câble, et Serial 0/0/0  
de R2 à l'extrémité ETDD du câble.  
Le câble étiqueté ETDD ou DCE.



- **Rque:** Possibilité de distinguer ETDD du DCE: câble ETDD dispose connecteur mâle tandis que le câble DCE a un connecteur femelle
- **show controllers:** quelle extrémité câble reliée à interface ?  
 R1#show controllers serial 0/0/0  
 Interface Serial0/0/0  
 Hardware is PowerQUICC MPC860  
 DCE V.35, no clock  
 <output omitted>
 

R1 dispose du câble DCE relié à son interface Serial 0/0 et aucune fréquence d'horloge n'est définie.

## 3.2. Configuration interface série

- Paramétrage de l'horloge ↔ commande `clock rate`
  - Fréquences d'horloge disponibles, en bits par seconde: 1 200, 2 400, 9 600, 19 200, 38 400, 56 000, 64 000, 72 000, 125 000, 148 000, 500 000, 800 000, 1 000 000, 1 300 000, 2 000 000 et 4 000 000

```
R1(config)#interface serial 0/0/0
R1(config-if)#clock rate 64000
01:10:28: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface
Serial0/0/0, changed state to up
```

Vérification → R1#show interfaces serial 0/0/0  
 Serial0/0/0 is up, line protocol is up  
 Hardware is PowerQUICC Serial  
 Internet address is 172.16.2.1/24  
 (\*\*résultat omis\*\*)

```
R1#show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0 172.16.3.1      YES manual up      up
Serial0/0/0     172.16.2.1      YES manual up      up
(**résultat omis**)
```

### 3.3. Vérification liaisons

```
R1#ping 172.16.2.2
```

```
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.2.2, timeout is 2 seconds:  
!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/28/28 ms  
R1#
```

```
R1#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area  
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR  
        P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
      172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets  
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
R1#
```

15

### 4. Découverte réseaux connectés directement

- Commande utile: **debug** ↔ surveiller fonctionnement routeur en temps réel (à utiliser modérément, pour dépannage uniquement)
  - **debug ip routing** ↔ voir modifications apportées par le routeur lors de l'ajout et de la suppression de routes

```
R2#debug ip routing
```

```
IP routing debugging is on
```

```
R2(config)#int fa0/0
```

```
R2(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```

```
R2(config-if)#no shutdown
```

```
%LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
```

```
RT: add 172.16.1.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
```

```
RT: interface FastEthernet0/0 added to routing table
```

Route rajoutée à la table de routage



## 4. Découverte réseaux connectés directement

- Suppression route directement connectée par désactivation interface ↔

```
R2#debug ip routing
IP routing debugging is on
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#int fa0/0
R2(config-if)#shutdown

is up: 0 state: 6 sub-state: 1 line: 1
RT: interface FastEthernet0/0 removed from routing table
RT: del 172.16.1.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: delete subnet route to 172.16.1.0/24

R2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

### 4.1. Accès aux périphériques sur réseaux connectés directement

- Configuration des routeurs ↔

```
R2(config)#interface serial 0/0/1
R2(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
R2(config-if)#clock rate 64000
R2(config-if)#no shutdown

R3(config)#interface fastethernet 0/0
R3(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#interface serial 0/0/1
R3(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
```

```
R1#show ip route
(**résultat omis**)
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C      172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R2#show ip route
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R3#show ip route
C      192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Ajout réseaux connectés directement ↔  
seuls périphériques sur ces réseaux sont accessibles:

- R1: accès à périph sur: 172.16.3.0/24 et 172.16.2.0/24.
- R2: accès à périph sur 172.16.1.0/24, 172.16.2.0/24 et 192.168.1.0/24.
- R3: accès à périph sur 192.168.1.0/24 et 192.168.2.0/24

## 4.1. Accès aux périphériques sur réseaux connectés directement

- Tentative d'accès à des périphériques dans des réseaux distants:

R2#ping 172.16.3.1

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.3.1, timeout is 2 seconds:

.....

Success rate is 0 percent (0/5)

R2#ping 192.168.2.1

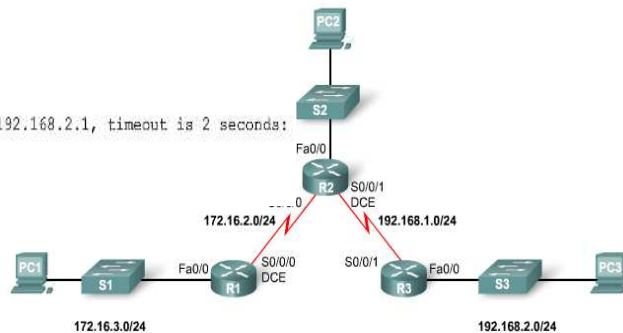
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.1, timeout is 2 seconds:

.....

Success rate is 0 percent (0/5)

R2#



F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

19

## 4.1. Accès aux périphériques sur réseaux connectés directement

- En fait:

R2#ping 172.16.3.1

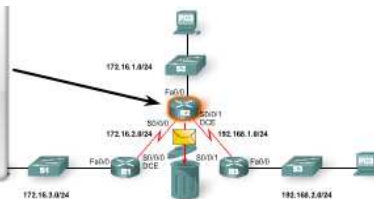
Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.3.1, timeout is 2 seconds:

.....

Success rate is 0 percent (0/5)

R2#



R2#show ip route

\*\*\*résultat omis\*\*\*

172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets

C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0

C 192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1

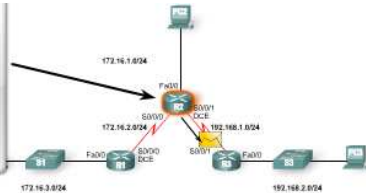
R2#

Adresse IP de destination	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	
Première route dans la table de routage	172.16.1.0	10101100.00010000.00000001.00000000	Pas de corresp.
Adresse IP de destination	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	
Deuxième route dans la table de routage	172.16.2.0	10101100.00010000.00000010.00000000	Pas de corresp.
Adresse IP de destination	172.16.3.1	10101100.00010000.00000011.00000001	
Troisième route dans la table de routage	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000	Pas de corresp.

## 4.1. Accès aux périphériques sur réseaux connectés directement

- Ex d'un ping réussi:

```
R2#ping 192.168.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1,
timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5)
R2#
```



```
R2#show ip route
***résultat omis***
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
```

Adresse IP de destination	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	
Première route dans la table de routage	172.16.1.0	10101100.00010000.00000001.00000000	Pas de corresp.
Adresse IP de destination	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	
Deuxième route dans la table de routage	172.16.2.0	10101100.00010000.00000010.00000000	Pas de corresp.
Adresse IP de destination	192.168.1.1	11000000.10101000.00000001.00000001	
Troisième route dans la table de routage	192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000	Correspondance !

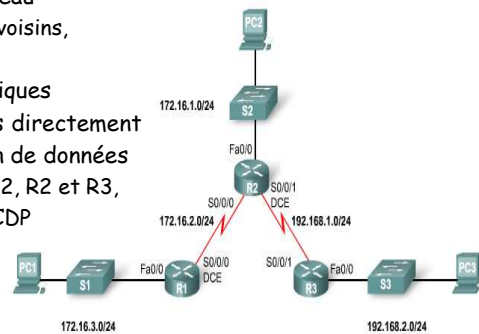
## 4.2. Le protocole CDP Cisco Discovery Protocol

- CDP = outil de collecte d'informations utilisé par administrateurs réseau pour obtenir données sur périphériques Cisco connectés directement
  - Propriétaire
  - Accès à résumé d'informations de protocoles et d'adresses concernant les périphériques Cisco connectés directement
    - Par défaut, envoi par chaque périphérique Cisco de messages réguliers (annonces CDP) aux périphériques Cisco connectés directement: types périphériques connectés, interfaces connectées, interfaces utilisées pour connexions, numéros de modèles
- CDP utilisé pour:
  - Prise de décisions conception de réseau
  - Dépannage
  - Modification équipements.
  - Outil de détection de réseaux ↔ création topologie logique d'un réseau

## 4.2. Le protocole CDP Cisco Discovery Protocol

- CDP ↔ partage d'info avec périphériques voisins:

- Voisin de couche 3: périphériques avec même espace d'adressage réseau
  - R1 et R2 voisins, R2 et R3 voisins, mais R1 et R3 non voisins
- Voisins de couche 2: périphériques Cisco physiquement connectés directement et partageant la même liaison de données
  - R1 et S1, R1 et R2, R2 et S2, R2 et R3, R3 et S3 sont des voisins CDP



## 4.2. Le protocole CDP Cisco Discovery Protocol

- Fonctionnement ↔

- Démarrage périphérique Cisco ↔ démarrage CDP
  - Détection automatique périphériques Cisco voisins exécutant CDP
  - Échange d'informations sur périphériques matériels et logiciels avec voisins CDP connectés directement
- Fournit concernant chaque périphérique CDP voisin:
  - **Identificateurs de périphériques** : ex, nom d'hôte configuré
  - **Liste d'adresses** : une @ réseau pour chaque protocole pris en charge
  - **Identificateur de port** : nom port local et distant (chaîne de caractères ASCII, ex ethernet0)
  - **Liste de capacités** : ex, si périphérique est routeur ou commutateur
  - **Plateforme** : matérielle du périphérique, ex, routeur Cisco série 7200

## 4.2. Le protocole CDP Cisco Discovery Protocol

- Utilisation pour détection réseau ↔
- Examen des informations collectées par CDP ↔ `show cdp neighbors`

```
R3#show cdp neighbors
```

```
Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge  
S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone
```

Device ID	Local Intrfce	Holdtme	Capability	Platform	Port ID
Switch	Fas 0/0	133	S I	WS-C2950-2Fas	0/11
R2	Ser 0/0/	149	R S I	Cisco 1841Ser	0/0/1

`show cdp neighbors detail` ↔ @IP périphérique voisin ↔ détection réseau

commande très utile lorsque deux routeurs Cisco ne peuvent pas router via leur liaison de données partagée → déterminer si l'un des voisins CDP présente une erreur de configuration IP

## 4.2. Le protocole CDP Cisco Discovery Protocol

- CDP risque pour la sécurité ↔ désactivation possible:

```
!To disable CDP globally use...
```

```
R3(config)#no cdp run
```

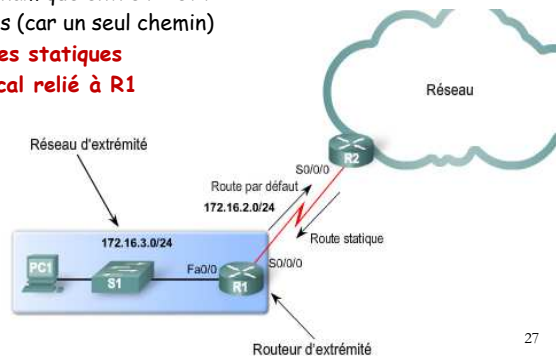
```
!
```

```
!or, to disable CDP on only an interface...
```

```
R3(config-if)#no cdp enable ↔ : arrêter annonces CDP sur une interface
```

## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- Routes statiques ↔ pour routage d'un réseau vers un réseau d'extrémité
  - Réseau d'extrémité ↔ réseau accessible par une seule route
- Exemple:  
Exécution protocole dynamique entre R1 et R2  
↔ Perte de ressources (car un seul chemin)  
➔ **Configuration routes statiques**  
**sur R2 vers réseau local relié à R1**



F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

27

## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- Commande de configuration de route statique ↔

```
Router(config)#ip route network-address subnet-mask  
{ip-address | exit-interface }
```

- **network-address** : adresse réseau destination du réseau distant à ajouter à la table de routage
- **subnet-mask** : masque de sous-réseau du réseau distant à ajouter à la table de routage. Peut être modifié pour résumer un groupe de réseaux
- Facultatifs - **ip-address** : communément considérée comme l'adresse IP du routeur de tronçon suivant
- **exit-interface** : interface sortante à utiliser pour le transfert de paquets vers le réseau de destination.

F. Louati Ben Mustapha  
Réseaux 2 - Ing Info 2

28

## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

### ■ Retour à l'exemple:

- Réseaux distants inconnus de R1:
  - 172.16.1.0/24 : Réseau local sur R2
  - 192.168.1.0/24 : Réseau série entre R2 et R3
  - 192.168.2.0/24 : Réseau local sur R3

R1#debug ip routing

R1#conf t

R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

R1#debug ip routing  
(\*\*résultat omis\*\*)

R1#conf t

R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

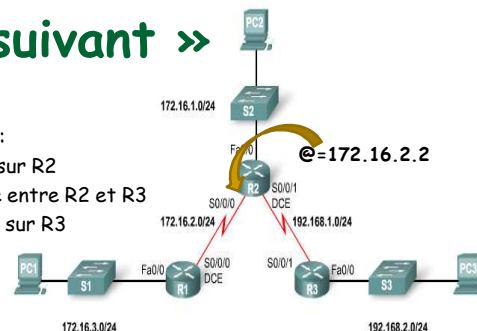
00:20:15: RT: add 172.16.1.0/24 via 172.16.2.2, static metric [1/0]

R1#show ip route

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R1#
    
```

Paquet avec 24 bits  
les plus à gauche @IP  
deste 172.16.1.0  
utilisation cette route



## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

R1(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2

R1(config)#end

R1#show ip route

```

172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S    172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S    192.168.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
S    192.168.2.0 [1/0] via 172.16.2.2
    
```

R1#show running-config  
Building configuration...

Current configuration : 849 bytes

!  
hostname R1

!  
(\*\*résultat omis\*\*)

!  
ip classless

ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

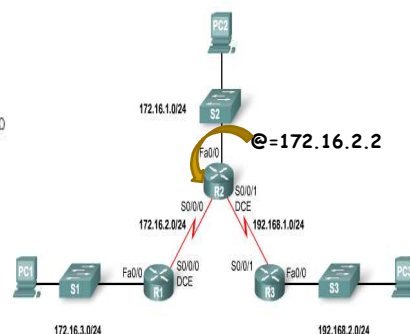
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2

ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2

!  
(\*\*résultat omis\*\*)

!  
end

➡ R1#copy running-config startup-config





## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- Configurations routes statiques sur R2 et R3 ↔

```
R2(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.1
R2(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1
R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)#ip route 172.16.2.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

```

R1#show ip route
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S   172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C   172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
C   172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S   192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S   192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2

R2#show ip route
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C   172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C   172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S   172.16.3.0 [1/0] via 172.16.2.1
C   192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S   192.168.2.0/24 [1/0] via 192.168.1.1

R3#show ip route
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S   172.16.1.0 [1/0] via 192.168.1.2
S   172.16.2.0 [1/0] via 192.168.1.2
S   172.16.3.0 [1/0] via 192.168.1.2
C   192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1

```

## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- Connectivité vérifiée dans le réseau ↔

```
R1#ping 172.16.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/28/32 ms
R1#ping 192.168.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/56 ms
R1#ping 192.168.1.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 28/29/32 ms
R1#ping 192.168.2.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 56/56/56 ms
R1#
```



## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- Résolvabilité route ↔ détermination par processus table routage de l'interface de sortie à utiliser pour transférer le paquet

- Ex: table de routage de R1

```
R1#show ip route
(**résultat omis**)
      172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
S       172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2
C       172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  Étape 1
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S       192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2
S       192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2  Étape 2
```

- Routeur doit effectuer plusieurs recherches dans la table de routage avant de transférer un paquet ↔ **recherche récursive**
  1. @IP destination correspond à route statique 192.168.2.0/24 avec @IP de tronçon suivant 172.16.2.2
  2. @ IP tronçon suivant correspond réseau 172.16.2.0/24 directement connecté à interface de sortie Serial 0/0/0

## 5. Routes statiques avec adresses de « tronçon suivant »

- **Question:** et si interface de sortie désactivée ?
  - Si interface Serial 0/0/0 désactivée → route statique de R1 vers 192.16.2.0/24 supprimée de la table de routage

```
R1#debug ip routing
IP routing debugging is on
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int s0/0/0
R1(config-if)#shutdown
R1(config-if)#end
```

```
is up: 0 state: 6 sub state: 1 line: 0
RT: interface Serial0/0/0 removed from routing table
RT: del 172.16.2.0/24 via 0.0.0.0, connected metric [0/0]
RT: delete subnet route to 172.16.2.0/24
RT: del 192.168.1.0 via 172.16.2.2, static metric [1/0]
RT: delete network route to 192.168.1.0
RT: del 172.16.1.0/24 via 172.16.2.2, static metric [1/0]
RT: delete subnet route to 172.16.1.0/24
```

```
R1#show ip route
Gateway of last resort is not set
      172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Les quatre routes en rapport avec l'interface désactivée supprimées

**Remarque:** Routes statiques toujours dans configuration en cours de R1 → Si interface rétablie (no shutdown) → réinstallation par processus table de routage de ces routes statiques dans table de routage

## 6. Routes statiques dotées d'interfaces de sortie

- Deux types:
  - Routes statiques dotées d'interfaces série
  - Routes statiques dotées d'interfaces Ethernet

### 6.1. Routes statiques dotées d'interfaces série

- Configuration d'une interface de sortie sur la plupart des routes statiques ➔ résolution des interfaces de sortie en une seule recherche

```
R1(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2  
R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/0  
R1(config)#end
```

```
R1#show ip route
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets  
S    172.16.1.0 [1/0] via 172.16.2.2  
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0  
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
S    192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.2  
S    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

Résolution  
route  
en une  
recherche  
unique

- Pas de référence à @ IP tronçon suivant, mais directement à interface de sortie (la même qu'avec @ IP de tronçon suivant)
- **C'est toujours une route statique**

## 6.1. Routes statiques dotées d'interfaces série

- Idéales pour la plupart des réseaux série point à point
  - Utilisation de HDLC, PPP ne se servant pas d'@ IP de tronçon suivant pour le processus de transfert de paquets
    - Paquet IP encapsulé dans trame de couche 2 HDLC avec une @ diffusion comme @ de destination de couche 2
  - Liaisons série point à point ↔ tuyaux
    - Avec uniquement deux extrémités
- Une seule destination possible pour les paquets envoyés via l'interface Serial 0/0/0 de R1: l'interface Serial 0/0/0 de R2 ↔ Interface série de R2 = @ IP 172.16.2.2

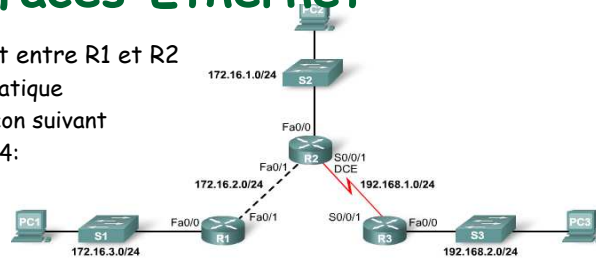
## 6.2. Routes statiques dotées d'interfaces Ethernet

- Interface de sortie = réseau Ethernet
  - Paquet IP encapsulé dans une trame Ethernet avec une @ MAC destination Ethernet
  - Si paquet doit être envoyé à routeur de tronçon suivant, @ MAC destination est l'@ de l'interface Ethernet du routeur de tronçon suivant
- **Différence entre réseau Ethernet et réseau série point à point**
  - Réseau point à point ↔ un seul autre périphérique sur ce réseau : le routeur à l'autre extrémité de la liaison
  - Réseaux Ethernet ↔ réseau à accès multiple ↔ partagé par de nombreux périphériques: hôtes, routeurs
    - Désignation de seulement l'interface de sortie Ethernet dans route statique insuffisant

## 6.2. Routes statiques dotées d'interfaces Ethernet

- Ex: interface Ethernet entre R1 et R2

- Définition route statique utilisant @IP tronçon suivant pour 192.168.2.0/24:

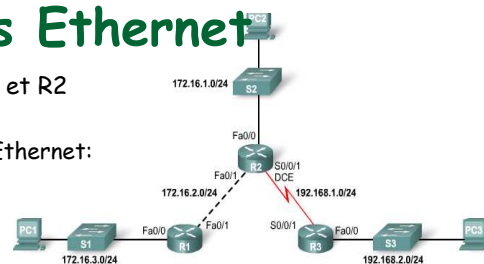


**R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2**

- @ MAC destination Ethernet ↔ @IP de tronçon suivant, 172.16.2.2
- Recherche par R1 dans table ARP de Fa0/1:
  - Si entrée  $\exists$ , R1 envoie requête ARP via Fa0/1 → réponse de Fa0/1 de R2
  - Réception réponse ARP, ajout 172.16.2.2 et @ MAC associée à table ARP
  - Paquet IP encapsulé dans trame Ethernet avec @MAC destination trouvée dans table ARP → Trame Ethernet avec paquet encapsulé envoyée en sortie via Fa0/1 vers R2

## 6.2. Routes statiques dotées d'interfaces Ethernet

- Ex: interface Ethernet entre R1 et R2
- Définition route statique utilisant interface de sortie Ethernet:



**R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 fastethernet 0/1**

- R1 ne connaît pas l'@ de tronçon suivant → ne peut pas déterminer l'@ MAC destination pour trame Ethernet où elle a encapsulé le paquet IP

Inclure à la fois l'interface de sortie et l'@ IP de tronçon suivant

→ **R1(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 fastethernet 0/1 172.16.2.2**

Entrée de la table de routage pour cette route:

**S 192.168.2.0/24 [1/0] via 172.16.2.2 FastEthernet0/1**

→ Une seule recherche pour obtenir l'interface de sortie et l'adresse IP de tronçon suivant dans processus de la table de routage

## 6. Routes statiques dotées d'interfaces de sortie

### ■ Avantages:

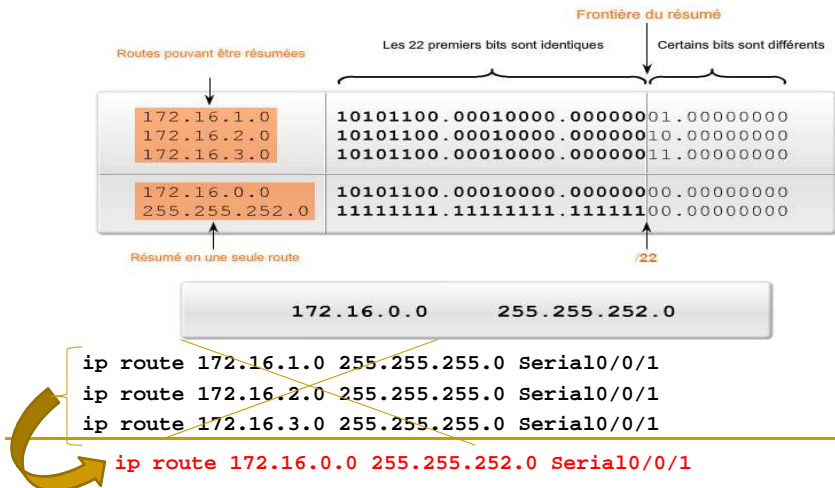
- Une seule recherche pour trouver l'interface de sortie par processus de la table de routage, sans deuxième recherche pour résoudre une adresse de tronçon suivant
- Pour routes statiques avec réseaux série sortants point à point, mieux vaut configurer les routes statiques uniquement avec l'interface de sortie
  - @ de tronçon suivant dans table de routage jamais utilisée par procédure livraison de paquets ➡ pas nécessaire
- Pour routes statiques avec réseaux Ethernet sortants, mieux vaut configurer les routes statiques avec à la fois l'adresse de tronçon suivant et l'interface de sortie

## 7. Routes statiques résumées

- Création tables de routage moins volumineuses ➡ optimisation du processus de recherche dans table de routage
- Utilisation d'une seule route statique au lieu de plusieurs routes statiques ➡ réduction taille table de routage
  - Utilisation d'une seule route statique pour représenter plusieurs routes ↔ résumer les routes statiques
- Possibilité de résumer plusieurs routes statiques si:
  - Réseaux destination résumés dans une adresse réseau unique
  - Utilisation par de multiples routes statiques de la même interface de sortie ou @ IP de saut suivant

## 7. Routes statiques résumées

- Exemple de calcul d'un résumé du routage:
  - R3 possède trois routes vers la même interface Serial0/0/1 ➡



43

## 8. Routes statiques par défaut

- Si une @destination correspond à plusieurs routes dans table de routage ➡ utilisation correspondance la plus longue (la plus précise)
- Exemple:
  - Table de routage:
    - 172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
    - S 172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/0 and
    - S 172.16.0.0/16 is directly connected, Serial0/0/1
  - Paquet avec @ IP destination 172.16.1.10
    - Correspondance avec les deux routes ➡ utilisation correspondance la plus précise ↔ choix de la route 172.16.1.0/24 (24 bits au lieu de 16 pour la route 172.16.0.0/16)
- Même processus pour toutes les routes (statiques, dynamiques et directement connectées)

## 8. Routes statiques par défaut

- Route statique par défaut ↔ tous les paquets
- Utilisation :
  - Aucune autre route de la table de routage ne correspond à l'@ destination du paquet (absence correspondance)
    - Connexion routeur de périphérie au réseau du FAI
  - Routeur d'extrémité ↔ connecté à un seul autre routeur
- Routes par défaut très courantes sur Internet
  - Plutôt que de devoir stocker des routes pour tous les réseaux, routeurs peuvent stocker une seule route par défaut pour représenter n'importe quel réseau absent de la table de routage

## 8. Routes statiques par défaut

- Exemple:

Routes statiques sur R1:

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/0
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/0
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/0
```

```
R1#show ip route
```

```
***résultat omis***
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
S    172.16.1.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

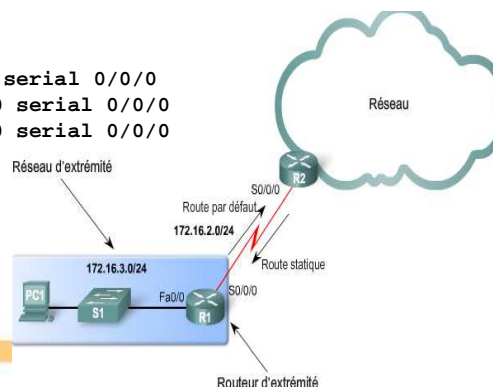
```
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C    172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
S    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```



## 8. Routes statiques par défaut

- Configuration:

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [exit-interface |  
ip-address ]
```

- Route à quatre zéros ↔ @ et masque 0.0.0.0 0.0.0.0

- R1 ↔ routeur d'extrémité →

```
R1(config)#no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/0  
R1(config)#no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 serial 0/0/0  
R1(config)#no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 serial 0/0/0  
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0/0/0
```

```
R1#show ip route
```

```
***résultat omis***
```

```
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR  
P - periodic downloaded static route
```

« /0 » ↔ zéro  
bits nécessaires  
pour  
correspondance

```
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
C 172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
C 172.16.3.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S* 0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
R1#
```

## 9. Gestion et dépannage

- Possibilité de modification de l'état de réseau:

- Interface désactivée
- Perte de connexion d'un fournisseur de services
- Sursaturation liaisons
- Configuration erronée de la part d'un administrateur
- Etc.

- ↔ Risque de perte de connectivité

- Outils de dépannage liés à la connectivité:

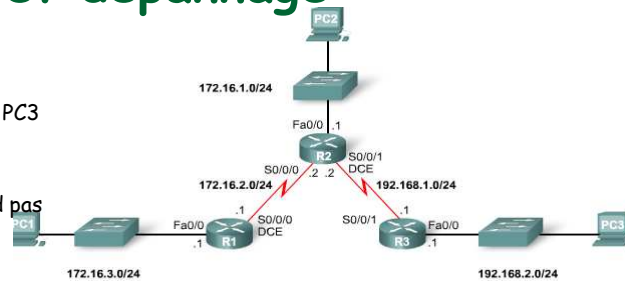
```
• ping  
• traceroute  
• show ip route  
• show ip interface brief  
• show cdp neighbors detail
```



## 9. Gestion et dépannage

- Exemple:

- PC1 ne pingue pas PC3
- Traceroute
  - R2 répond
  - R3 ne répond pas



- Affichage table de routage R2 ➔ route mal configurée vers 172.16.3.0/24

```
R2#show ip route
```

```
***résultat omis***
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.2.0 is directly connected, Serial0/0/0
S    172.16.3.0 is directly connected, Serial0/0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/1
```

- R2 doit utiliser Serial 0/0/0 comme interface de sortie et pas Serial0/0/1

```
R2(config)#no ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial0/0/1
```

```
R2(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial 0/0/0
```

## Conclusions sur les routes statiques

- Utilisation routes statiques pour atteindre réseaux distants (réseaux accessibles en transférant vers autre routeur)
  - Toujours utilisées même avec un protocole dynamique
- Configuration facile
  - Mais opération manuelle fastidieuse pour les grands réseaux
- Peuvent être configurées avec @IP tronçon suivant ➔ résolution de l'@ vers interface de sortie par processus de la table de routage
- Pour liaisons série point à point, configuration interface de sortie sur la route statique plus efficace
- Sur réseaux à accès multiple comme Ethernet, configuration d'@IP tronçon suivant et d'une interface de sortie peuvent
- Possibilité de résumé ↔ moins d'entrée pour la table de routage